

综述与专论

# 微电解在中药煎制废水预处理中的应用

王忠泉

(煤炭科学研究总院杭州研究院,浙江杭州 311201)

**摘要:**微电解工艺应用于中药煎制废水的预处理中,通过电化学、氧化还原、高吸附絮凝等协同作用,可实现对废水中高浓度有机物的去除、降低毒性、脱色、改善可生化性等目的,具有处理效果好、成本低、工程可操作性强、低碳环保等优点,是目前处理中药煎制类废水的一种较为理想的预处理工艺。

**关键词:**微电解 预处理 可生化性

中图分类号:X703

文献标识码:A

文章编号:1006-8759(2017)06-0009-02

## APPLICATION OF MICRO ELECTROLYSIS IN THE PRETREATMENT OF WASTEWATER FROM TRADITIONAL CHINESE MEDICINE

WANG Zhong-quan

(Hangzhou Research Institute of Coal Science Research Institute, Hangzhou 311201, China)

**Abstract:**Micro-electrolytic process used in Chinese medicine pan-fried wastewater pretreatment, by electrochemical, REDOX, high adsorption flocculation synergy, high concentration of organic matter in waste water can be realized to remove, reduce toxicity, decoloring, improve biochemical purposes, has good treatment effect, low cost, strong operability, low carbon environmental protection engineering, etc. The disposal system of Chinese medicine decoction is kind of waste water of an ideal process.

**Key words:** micro-electrolysis; pretreatment; biodegradability.

中药是我们中华民族几千年灿烂文化的瑰宝,它以自己独到的功效,在世界医学上占有重要的地位,随着科学和社会的发展,我国中药制药生产得到长足发展,中药煎制过程中的废水主要来源于原料浓缩废液、煎煮浓缩容器清洗水、容器清洗,纱布清洗、地面冲洗水及人员清洁用水等,此类废水主要的特点是有机污染物浓度高、悬浮物含量高、色度高、生化抑制因素种类复杂多样,已严重危害到周围环境及人类健康<sup>[1]</sup>。

微电解技术<sup>[2,3]</sup>,又称内电解、铁还原、铁炭法、

零价铁法、铁屑过滤法等技术。是一种被广泛研究和应用的废水处理方法。微电解工艺在废水处理中的应用始于 20 世纪 70 年代,前苏联的科学工作者把铁屑用于印染废水的处理,20 世纪 80 年代此法引入我国<sup>[3]</sup>。微电解对高浓度、高色度、难降解等有机废水有独特的处理效果,如染料、印染、农药、制药、化工等工业废水处理均可以用微电解作为预处理手段,从而实现大分子有机物的断链、发色与助色基团的脱色,提高废水的可生化性。

本文将通过对微电解工艺原理以及微电解工艺在杭州某中药煎制废水预处理中实际应用等详细分析,为今后微电解反应器的制备以及微电解工艺在中药废水处理中的应用提供参考。

收稿日期:2017-03-18

基金项目:煤炭科学研究总院科技创新基金项目 2016ZYMS018.

作者简介:王忠泉(1985~),男,学士,助理研究员,主要从事工业废水处理技术研究及工程应用。

## 1 微电解工艺预处理废水的原理

微电解工艺处理废水是通过微电解填料来实现的,传统填料主要包括铁刨花、铸铁屑或者其它混合填料,就微电解反应填料而言,填料中必须含有铁和碳,反应主体是 Fe 和 C,酸性条件下低电位的 Fe 与高电位的 C 在具有一定导电性的废水形成无数个原电池,原电池两极将产生 0.44~1.67V 的电位差,产生电化学反应。废水中的高分子有机物等在这些反应作用下发生相应的反应,改变废水污染物的性质,从而使废水得到净化处理。

电极反应主要有:



在微电解反应的电极周围会生成高化学活性的产物,在酸性条件下,这些高化学活性的产物极易与制药废水中的大量组分发生氧化还原反应,从而使废水中难处理的大分子物质分解成小分子物质的中间体,提高废水的可生化性,实现降解处理制药废水中污染物的目的。在电极周围,活性物质  $\text{Fe}^{2+}$  能够不断生成,可以有效消除铁电极的极化作用,提高铁的电化学腐蚀过程,使具有高还原性能的  $\text{Fe}^{2+}$  大量进入溶液,促进废水的处理。而在碱性条件下,二价铁离子很容易形成  $\text{Fe}(\text{OH})_2$  和  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  胶体,并进一步生成具有高吸附絮凝活性的络合物沉淀,有效吸附废水中的有机物而实现对废水的有效处理<sup>[4,5]</sup>。

## 2 微电解工艺在中药煎制废水处理中的应用

中药煎制废水中主要含有各种天然的有机物,其主要成分为糖类、有机酸、苷类、萜醌、木质素、生物碱、甾宁、鞣质、蛋白质、淀粉及它们的水解物等。废水中含有许多生物难降解的环状化合物、杂环化合物、有机磷、有机氯、苯酚及饱和和脂肪类化合物。这些物质的去除或转化是中药煎制废水 COD 去除的重要途径。中药材煎制废水主要污染物为高浓度有机废水的污染,对于中药煎制行业,由于药物煎制过程中不同药物品种和生产工艺不

同,所产生的废水水质及水量有很大的差别,而且由于产品更换周期短,随着产品的更换,废水水质、水量经常波动,极不稳定。废水的另一个特点是有机污染物浓度高,悬浮物,尤其是木质素等比重较轻、难于沉淀的有机物含量高,色度较高,成分复杂,水质水量变化较大。

某中药煎制废水 COD 为 8 000~12 000 mg/L,采用微电解为预处理工艺,微电解填料<sup>[6]</sup>采用煤科院专利(MOMF-TC)填料-铁炭质量比 3:1 的新型无板结多元微电解填料(01 型),其特点:由多元活性铁、炭、造孔剂及金属催化剂固相烧结而成的多孔合金结构,堆积密度 1 000~1 100 kg/m<sup>3</sup>,单只填料尺寸 20~30 mm,外形呈椭圆状。控制进水 pH 为 2.5~3,停留时间 120 min,充氧 3~5 g/L,经微电解预处理稳定运行 2 个月后,去除率达到 35~40%,色度去除率达到 80%,同时大大降低了废水的毒性,提高了可生化性。预处理出水再经水解酸化+ABFT 反应器进一步处理,最终去除率高达 97%,出水 COD 为 300~450 mg/L,达到三级接管标准。

通过连续 2 个月运行及出水检测,微电解工艺在中药煎制废水预处理中有着很好的处理效果,故它在中药制药行业废水处理工程领域应用极广,有重大的经济和环保价值,极具开发前景和推广价值。

## 3 废水处理中微电解反应器的制备

目前微电解工艺实验研究的比较多,但实际应用的相对较少,试验中所用的填料一般为铁屑和颗粒炭的简单混合,微电解装置较小,使得工程应用中存在的问题难以被发现。在工程应用中微电解反应器中因使用机械拌后的铁炭填料,在使用过程中,铁逐渐被消耗,粒度逐渐变小,并向下挤压或压实,而消耗后的微小铁屑颗粒与大颗粒之间很容易接触,粘连,加之反应过程中产生的铁泥没及时带走,而造成铁颗粒间的粘接、板结,最后变成死的铁床层,废水经微电解层后出现单边出水,形成沟流现象,久而久之,铁泥与铁屑、颗粒炭之间形成粘连,造成填料间的通水孔、通气孔的堵塞、填料板结、堵塞,最终导致死池现象。

结合上述问题,在微电解反应器的基础上改进而成的曝气微电解反应器有效的解决了这一问

- 科学与管理, 2010, 35(5):106-109.
- [4] 石吉, 邵青, 米晓. 城镇污水污泥的处理利用及发展[J]. 中国资源综合利用, 2004(02):15-18.
- [5] 朱建平. 城镇污水处理厂污泥处置的现状与研究进展[J]. 城镇建设理论研究:电子版, 2016(15).
- [6] 王锋, 卢雪丽, 陈杰, 等. 城市生活污水污泥减量化和资源化研究概述[J]. 环境与发展, 2011, 23(10):153-157.
- [7] 李雄伟, 李俊, 李冲, 等. 我国污泥处理处置技术应用现状及发展趋势探讨[J]. 中国给水排水, 2016(16):26-30.
- [8] 胡锋平, 朱自伟, 李伟民, 等. 城镇污水处理厂污泥浓缩工艺的应用与发展趋势[J]. 土木建筑与环境工程, 2004, 26(05):124-127.
- [9] 胡锋平, 邓荣森, 何洪, 等. 二、城镇污水处理厂污泥浓缩工艺的应用与研究进展[C]// 污泥处理处置技术及装备会议. 2003.
- [10] 胡锋平, 朱自伟, 李伟民, 等. 城市污水处理厂污泥浓缩工艺的应用与发展趋势[J]. 土木建筑与环境工程, 2004, 26(5):124-127.
- [11] 王莉, 杨永哲, 李林辉, 等. 富磷剩余污泥重力浓缩过程中各参数的变化特征[J]. 中国给水排水, 2011, 27(01):37-40.
- [12] 李振华. 浓缩时间对污泥浓缩效果、磷释放及去除的影响[J]. 中国给水排水, 2012, 28(03):64-66.
- [13] 胡祝英, 康泽龙. 污泥浓缩工艺的应用现状和发展对策[J]. 榆林学院学报, 2008, 18(04):73-75.
- [14] 胡锋平. 低浓度剩余活性污泥涡凹气浮浓缩工艺研究[D]. 重庆大学, 2004.
- [15] 张超英, 吴绪文. 浓缩脱水一体化设备的设计选型[J]. 中国给水排水, 2000, 16(02):35-37.
- [16] 胡伟, 周玉文, Ruediger Kuehner. 污水处理厂剩余污泥机械浓缩工艺比较分析[C]// 中国城镇水务发展国际研讨会. 2007.
- [17] Sugahara M, Oku S, Sugahara M, et al. Parameters influencing sludge thickening by dissolved air flotation [J]. Waterence & Technology, 1993, 28(1):87-90.
- [18] 宋戎军. 城镇污水污泥处理与处置[J]. 黑龙江水利科技, 2004, 31(2):131-132.
- [19] 姚毅, 赵俊英, 高廷耀. 溶气气浮法浓缩剩余活性污泥[J]. 上海环境科学, 1988(6):5-8.
- [20] 何群彪, 高廷耀. 污泥减容的关键技术—剩余活性污泥的气浮浓缩法[J]. 中国环境科学, 1996, 16(2):128-131.
- [21] 许世伟, 付强, 张伟军, 等. 气浮技术在膜生物反应器剩余污泥浓缩过程中的应用[J]. 环境工程学报, 2014, 8(12):5161-5166.
- [22] 刘军. 生物气浮法浓缩剩余活性污泥工艺的研究[M].
- [23] ?i?inskú S, Matěj? V, Wase C, et al. Thickening of waste activated sludge by biological flotation [J]. Water Research, 1992, 26(2): 139-144.
- [24] 管晓涛, 胡锋平, 路文旭, 等. CAF 工艺浓缩剩余活性污泥的可行性研究[J]. 环境科学与管理, 2006, 31(1):37-39.
- [25] 胡锋平, 黄晓东, 汪琳媛, 等. 低浓度剩余活性污泥涡凹气浮浓缩工艺研究[J]. 给水排水, 2006, 32(6):31-34.
- [26] 胡锋平, 汪琳媛, 马双群, 等. 氧化沟剩余污泥涡凹气浮(CAF)浓缩设备改进[J]. 土木建筑与环境工程, 2008, 30(05):105-107.
- [27] 管晓涛, 胡锋平, 徐烈猛, 等. 调理剂对 CAF 污泥浓缩工艺影响的试验研究[J]. 环境工程学报, 2006, 7(11):89-91.
- [28] 濮军文. 涡凹气浮技术在污泥浓缩中的应用 [J]. 能源化工, 2011, 32(5):57-60.
- [29] 孙德骞. 涡凹气浮系统在市政污水厂剩余污泥浓缩中的应用[J]. 海峡科技与产业, 2016(4):94-95.
- [30] 陆莺, 陈应新. 涡凹气浮在污泥浓缩中的应用探讨[J]. 通用机械, 2011(08):75-80.

(上接第 10 页)

题,在传统微电解反应器的箱体底部铺设曝气管,曝气头设置在活动承托板下部,通过曝气向填料补充氧气<sup>[7]</sup>,从而加速微电解的电化学反应过程。通过气流扰动反应过程减少了铁屑的板结时间,使废水和填料能够较均匀地混合,增加废水与填料的接触机会,增加了溶解氧,使反应器内形成了高活性的 Fe(OH)<sub>2</sub> 和 Fe(OH)<sub>3</sub> 絮体,强化混凝作用,进而使废水处理效率得到进一步提高。同时,加强日常操作与管理,定期进行大气量的曝气清池等,可有效的对填料层进行反冲洗,避免填料层板结,保证系统长期稳定运行。

#### 4 结语

微电解工艺预处理中药煎制废水具有处理效果好、使用寿命长、成本低廉及操作维护方便等诸多优点。从经济性、操作性和处理效果来看,采用微电解工艺作为中药煎制废水预处理工艺较为理想。

微电解工艺与水解酸化+ABFT 技术的联用在处理中药煎制废水时有较好的协同效应。因此,在以后的同类型废水处理研究和工程应用中,可进一步推广,扩大其应用范围。

#### 参考文献

- [1] 祝坚. 中药废水污染特点和处理研究进展[J]. 能源环境保护, 2007 年第 5 期.
- [2] 王永广, 杨剑锋. 微电解技术在工业废水处理中的研究应用[J]. 环境污染治理技术与设备, 2002, 3(4):70-73.
- [3] 周培国, 傅大放. 微电解工艺研究进展[J]. 环境污染治理技术与设备, 2001, 2(4):18-24.
- [4] 罗晓, 张凤琴, 王婷, 等. 微电解技术预处理制药废水的研究进展[J]. 河北工业科技, 2008, 25(5):326-330.
- [5] 张思相. 新型微电解填料的开发及其在废水处理中的应用[M]. 吉林大学硕士学位论文. 2008.
- [6] 秦树林, 高亮. 多元氧化微电解填料及其制备方法: 中国, ZL 2011 1 015132.X. 2013-03-06
- [7] 鲍建国, 王焰新, 刘慧, 等. 曝气内电解反应器: 中国 2839255[P]. 2006-11-22.